

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ОСНОВАНИИ, УСИЛЕННОМ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ И НАКЛОННЫМИ АРМИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Гусак А. А., Украинцев Г. М.

Научный руководитель – Банников С. Н.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В настоящее время часто возникают проблемы, связанные с усилением основания сооружения при строительстве на слабых грунтах или при реконструкции. Наиболее эффективно эти задачи решаются с помощью армирования грунтов.

Введение

Вертикальные и наклонные армирующие элементы чаще всего применяют для устранения просадочных свойств основания, повышения прочности и устойчивости слабых, насыпных, рыхлых и других видов грунтов. Исследование напряженного состояния таких оснований вели исходя из следующего предположения: армированная среда рассматривается как трансверсально-изотропная среда, нагруженная равномерно-распределенной полосовой нагрузкой.

Теоретическая часть

При упрочнении грунтового массива вертикальными и наклонными армирующими элементами, способными воспринимать повышенные сжимающие напряжения, следует использовать железобетонные, бетонные, цементогрунтовые сваи, а также колонны из песчаных грунтов и щебня (см. рисунок 1), длины которых должны назначаться в пределах сжимаемой толщи грунта.

Осадку основания S_{ap} следует вычислять методом послойного суммирования по формуле:

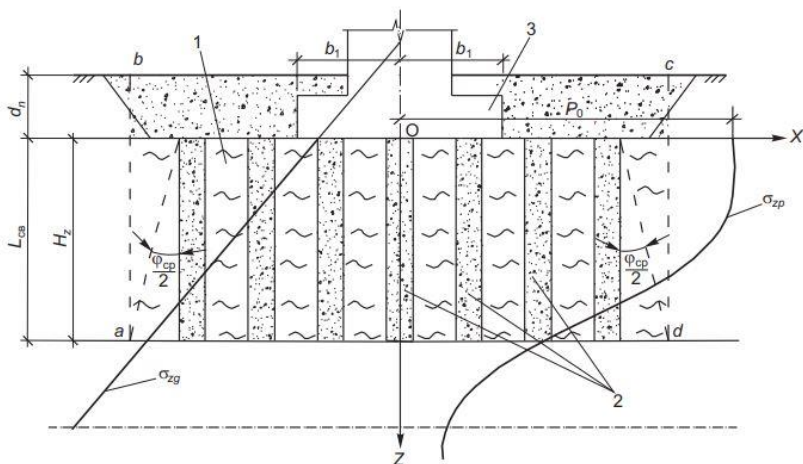
$$S_{ap} = \sum_{i=1}^N \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h}{E_3},$$

где N – число слоев, на которое разбивается сжимаемая толща армированного грунта;

$\sigma_{zp,i}$ – среднее значение дополнительных вертикальных напряжений в i -м армированном слое; $\sigma_{zp,i}$ равно полусумме указанных напряжений на верхней z_{i-1} и нижней z_i границах слоя по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента, кПа;

h_i – расчетная толщина i -го слоя грунта в пределах армированной зоны, м; принимают из условия $h_i = 0,2b$;

E_3 – модуль деформации армированного грунта для вертикального направления, МПа.



1) слабый грунт, 2) армирующие элементы, 3) фундамент

Рисунок 1. – Схемы к расчёту основания, армированного вертикальными армирующими элементами

Дополнительные вертикальные напряжения σ_{zp} под подошвой прямоугольного фундамента следует определять по следующей формуле или по таблицам В.2 – В.6 (приложение В [1]), составленным на основании расчетов по формуле:

$$\sigma_{zp} = \frac{P_0}{2\pi(1-\sqrt{\beta})} \left\{ \left[\arctg \frac{(y-l_1) \cdot (x-b_1)}{z \cdot \sqrt{(y-l_1)^2 + (y-b_1)^2 + z^2}} - \right. \right. \\
- \arctg \frac{(y+l_1) \cdot (x-b_1)}{z \cdot \sqrt{(y+l_1)^2 + (y-b_1)^2 + z^2}} + \arctg \frac{(y+l_1) \cdot (x+b_1)}{z \cdot \sqrt{(y+l_1)^2 + (y+b_1)^2 + z^2}} - \\
\left. - \arctg \frac{(y-l_1) \cdot (x+b_1)}{z \cdot \sqrt{(y-l_1)^2 + (y+b_1)^2 + z^2}} \right] - \sqrt{\beta} \cdot \left[\arctg \frac{(y-l_1) \cdot (x-b_1) \cdot \sqrt{\beta}}{z \cdot \sqrt{(y-l_1)^2 + (y-b_1)^2 + \left(\frac{z^2}{\beta}\right)}} - \right. \\
- \arctg \frac{(y+l_1) \cdot (x-b_1)}{z \cdot \sqrt{(y+l_1)^2 + (y-b_1)^2 + \left(\frac{z^2}{\beta}\right)}} + \arctg \frac{(y+l_1) \cdot (x+b_1)}{z \cdot \sqrt{(y+l_1)^2 + (y+b_1)^2 + \left(\frac{z^2}{\beta}\right)}} - \\
\left. \left. - \arctg \frac{(y-l_1) \cdot (x+b_1)}{z \cdot \sqrt{(y-l_1)^2 + (y+b_1)^2 + \left(\frac{z^2}{\beta}\right)}} \right] \right\},$$

где P_0 – дополнительное вертикальное давление на основание, кПа; $P_0 = P - \sigma_{zg,0}$ ($\sigma_{zg,0}$ — вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента, кПа); для фундаментов шириной $b \geq 10$ м $P_0 = P$);

β – коэффициент, учитывающий степень анизотропии армированного грунта, определяемый по формуле:

$$\beta = \frac{E_3}{E},$$

здесь E – модуль деформации для горизонтального направления, МПа.

Практическая часть

В результате произведённых расчётов были получены эпюры распределения вертикальных сжимающих напряжений σ_y / P_0 под центром загружаемой площадки при различных коэффициентах анизотропии (рисунок 2).

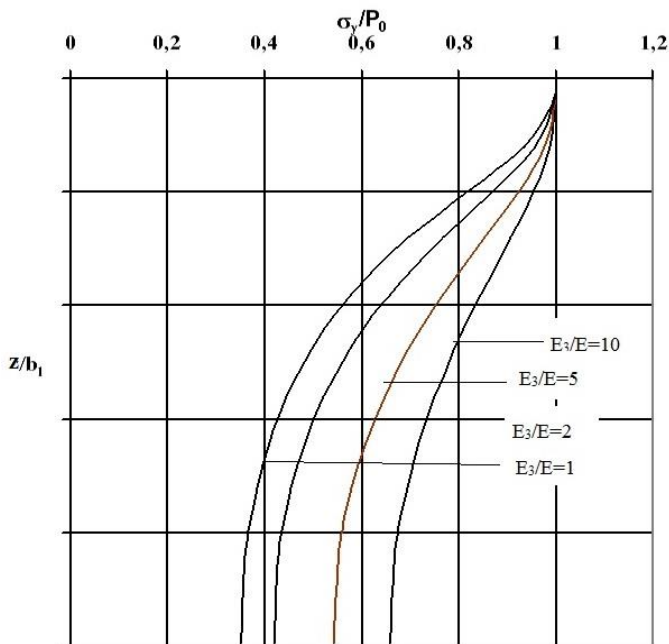


Рисунок 2. – Эпюры распределения вертикальных сжимающих напряжений σ_y / P_0 под центром загружаемой площадки при различных коэффициентах анизотропии

Заключение

При усилении основания вертикальными и наклонными армирующими элементами происходит увеличение вертикальных сжимающих напряжений под подошвой фундамента, вызывая увеличение активной зоны сжатия, и уменьшение осадки за счет увеличения модуля деформации грунта в вертикальном направлении.

Литература

1. Основания и сооружения из армированного грунта. Правила проектирования и устройства = Асновы і збудаванні з арміраванага ґрунту. Правілы праектавання і ўстройвання : ТКП 45-5.01-268-2012 (02250). – Введ. 01.05.13 (с отменой на территории РБ П10-01 к СНБ 5.01.01-99). – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2013. – 45 с.